ESTRUCTURA ATÓMICA Y SU IMPORTANCIA EN LA INGENIERÍA

1. Introducción a la Estructura Atómica

La palabra "atomo" quiere decir que no se puede dividir. En la antigüedad, un filósofo griego le puso este nombre a una pequeña partícula indivisible que no se podía ver y cuyo número nunca podía variar. Todos creyeron en la existencia de los átomos porque sabían que podían juntar las partículas de la naturaleza. Si unía el azufre y el hierro se obtenía el sulfuro de hierro, una nueva sustancia que no se asemejaba en nada a los reactivos. Algunas de esas uniones o "mezclas" son nuevas sustancias cuyo número no puede variar. A este tipo de mezcla se la conoce como "compuesto". En general, estos nuevos compuestos tienen una verdad dentro de ellos: son invisibles. Desde los tiempos más remotos, los hombres respetaron y adoraron a los elementos que eran la fuente de esas nuevas sustancias que consisten en un solo material conocido. Los griegos elegían 5 elementos entre los que destacan el agua, aire, tierra y fuego. En la química moderna lo más elemental no resulta que sean 4 elementos, sino 118 y a diferencia del fuego que sus calores se abren en todas direcciones, en los elementos son resistentes. Todos los elementos tienen átomos, que son partículas del mismo tipo que se obtienen reproducidamente en un modo primario: o sea cada elemento químico solo tiene un tipo de partículas. El átomo posee cada vez más pequeñas la presencia de protones y electrones.

Las fuerzas que sustentan la materia son fundamentalmente dos: las muy seductoras o fuerzas de atracción y las fuerzas opuestas que son las fuerzas de repulsión. Cada átomo está organizado en un sentido demente de estas propiedades divinas. En la naturaleza se dan fuerzas entre los elementos que se corresponden con las fuerzas que influyen en la confusión de sus cuerpos en virtud de tales fuerzas. Las fuerzas también parecen tener diversos niveles de intensidad que difieren generalmente uno del otro en sus rangos de acción sobre el punto que ejercen.

2. Componentes de la Estructura Atómica

El desarrollo de la ingeniería se ha visto muy influenciada por el análisis de propiedades de materiales a nivel fundamental, que ha sido de gran ayuda para el diseño y fabricación de compuestos o elementos que tiene que ver en cantidad

mínima a partir de una comprensión integral y sistémica de los mismos. Estos componentes son parte esencial de la estructura del átomo, lo cual determina, por analogía, sus propiedades y características en términos de densidad, ductilidad, resistencia electromecánica entre otras. Uno de los componentes atómicos presentes son las restricciones aleatorias y discretas de su estructura a nivel subatómico, los cuales son considerados neutros dentro de un comportamiento general específico frente a un entorno problemático, pero para algunos compuestos su desarrollo se realiza en función de la energía necesaria en cada paso de manufactura para facilitar un orden en la aparición de características específicas en el paso de nivel subatómico a mesoscópico. En esta ocasión nos enfocaremos a ilustrar dicha estructura con los componentes que a continuación se mencionan.

Se considera como componente neutro de la estructura física de un átomo y es el responsable directo de la cantidad de energía producida en diferentes procesos que involucran ese átomo y con el cual podemos relacionar algunos estados de energía directamente. Junto con el protón se encuentra comportándose relativamente inconsistentes en términos de relación con otros componentes y elementos a nivel subatómico. Es el responsable del giro interno del átomo completo lo que determina también el giro de sus partículas subatómicas. Esto cubre la gran parte de atributos macroscópicos de conducción y difusión existente dentro del material en terreno o espacio electrodinámico.

2.1. Electrones

La estructura atómica está compuesta de partículas subatómicas como los electrones. A diferencia de protones y neutrones que conforman el núcleo, los electrones orbitan esta pequeña masa a gran velocidad, por lo que no se pueden observar íntegramente debido a que al intentar detectarlos, uno termina por perturbar su órbita haciendo que el electron escape a otra capa de energía. Por lo que las leyes que rigen a los electrones son probabilísticas. Sin embargo, en la física cuántica, se describe que sólo existen ciertos estados de energía donde se puede encontrar la probabilidad de hasta un 99% de encontrar a uno de estos electrones orbitando.

Cada una de estas capas se asigna a un electrón que a su vez posee otra serie de números cuánticos. El primero indica la capa de energía en el que se encuentra, el segundo la forma del orbital donde se mueve, el tercer número señala la orientación dentro de este orbital y el último hace referencia al giro o espín del electrón. Así, la mayoría de estos estados son incapaces de adaptarse, y de ello depende que un átomo permanezca positivo, neutro o negativo. Por otro lado, existen algunos electrones dentro de su capa que vuelven a cumplir el movimiento dos veces, este reto se llama orbital degenerado y se convierte en un estado de probable

movimiento. De acuerdo a su energía o la ausencia de esta, todos los electrones pueden moverse en cualquier capa.

Por último, al dar una energía adicional a un electrón, puede “saltar” o evolucionar a la siguiente capa donde rápidamente se siente atraído hacia las numerosas cargas positivas de los protones del núcleo atómico, sin embargo, debido a la velocidad de esta atracción, se hace indisponible regresar a su estado cuántico inicial. Esta propiedad es lo que le conferirá características físicas y químicas adicionales a la materia.

2.2. Protones

El protón es una de las tres partículas subatómicas que forman el átomo, y en los elementos, como el carbono o el hidrógeno, un conjunto de protones y neutrones forman el pequeño núcleo del hidrógeno o del carbono. La gran oración neutra para describir un átomo es que está conformado por una densa bola de protones y electrones; hoy es importante mencionar que, de acuerdo a las propiedades del hidrógeno, es justo la configuración para formar una molécula. El protón es una partícula subatómica con carga positiva. Dentro de este fenómeno de masa por carga, los electrones están distribuidos alrededor de un núcleo en el que protones ocuparán siempre posiciones centralizadas, aunque podría haber interacciones a distancias infinitas. Existen diversas teorías sobre los orígenes de los protones y también de los electrones, y su más reciente invención es asombrosamente bíblica: una explosión despidió protones al espacio y en efectivo comenzaron a despertar interacciones en las que se forman primero átomos de hidrógeno y posteriormente se forman pequeñas y medianas moléculas.

Los protones tienen masa positiva y cargan positivamente a cada continuidad de los neutrones. Esta última peculiaridad tendrá un efecto instantáneo en el emisor que podría ser un electrón, un protón o incluso el mismo neutrones de los otros átomos, desde luego, esté y no golpeará a lo lejos a interacciones a distancias infinitas. Así se han confirmado y más que sólo concentraciones simples, como la Neutros, o las cabeza-tasa-masa-demora: tanto protones como neutrones, al menos por lo que hemos podido hacer hasta ahora, son lentos en energía y en golpe, notarás así formas dispersas a la larga. Y es que incluso hace cinco o diez siglos a hacer nos forman partes o máximas grandes definiciones sobre las interacciones más externas operándonos por lo fácil que se condujeron, ahora es posible con bastantes resultados tensar entre la extrovertida fuerza de forma centralizada y los resultantes.

2.3. Neutrones

La segunda partícula subatómica es el neutrón, que junto a los protones forman el núcleo atómico. Los neutrones poseen carga nula y para su formación se necesita que interactúen una (o más) de las partículas consideradas como "fuertes" conocidas como gluones, aunque pueden también interaccionar con otras partículas como los positrones y algunos leptones. Un neutrón normal está constituido por tres quarks que son partículas subatómicas que están juntas por la interacción fuerte mediada por los gluones. Se dice que los neutrones poseen carga nula, ya que esta es la suma de las cargas de los tres quarks que lo componen. Entonces, partimos de la base de que la suma de las cargas del neutrón son cero. Sin embargo, para adentrarnos en el mundo cuántico nos introduciremos en el "principio de exclusión de Pauli", que establece que partículas idénticas no pueden ocupar dos estados cuánticos idénticos simultáneamente. Recordemos que tanto los protones como los neutrones son fermiones, es decir, cumplen con el principio de exclusión. Esto significa que se excluyen entre sí siempre que sus estados cuánticos afiliados no sean diferentes; si un estado cuántico quedase vacío, los fermiones restantes no estarían obligados a desplazarse hacia los estados cuánticos de menor energía. Por lo tanto, en un núcleo atómico no se encuentra un número determinado de neutrones o protones exclusivamente, sino que derivan de su inestabilidad ante la repulsión electrostática de sus cargas positivas, que provocan que dos protones de los cuales el segundo tiene menos carga se ubique en un nivel energético superior.

3. Modelos Atómicos a lo Largo de la Historia

La concepción y concepto de la materia en la Antigüedad Clásica era que estaba compuesta de partículas indivisibles llamadas átomos, que significa indivisible en griego. Empédocles estableció que los seres vivos estaban hechos de cuatro elementos: aire, tierra, fuego y agua; y que estos se mezclaban por dos fuerzas opuestas: Amor y Odio. Platón rechazó la existencia de átomos, pero con el tiempo las ideas de Demócrito regresaron debido a su utilidad simple y práctica. A finales del siglo XIX, John Dalton afirmó que los átomos eran unidades indivisibles de materia. Así, afirmó que un determinado elemento siempre tiene el mismo tipo de átomo, que tiene características particulares (densidad, masa, etc.), y estableció la ley de las proporciones múltiples, en virtud de la cual dos elementos homogéneos combinados eran capaces de producir nuevas sustancias homogéneas, pero debido a la propia naturaleza del átomo, lo nuevo se produjo solo en la proporción de átomos indivisibles. Basándose en estas dos hipótesis, fue posible elaborar una explicación más formal y lógica de las operaciones químicas, cuyas leyes útiles ya se habían establecido, y predecir nuevas experiencias.

En 1897, J.J. Thomson descubrió los electrones, partículas más pequeñas que los átomos. Según su modelo, los electrones con carga negativa estaban incrustados en una matriz esférica con carga positiva. En 1905, Albert Einstein afirmó la naturaleza dual de la luz y planteó la hipótesis de que las ondas electromagnéticas podían propagarse por el espacio, sin la ayuda de ningún medio material, a la velocidad de la luz. En 1911, Ernest Rutherford demostró mediante un experimento de dispersión que la mayor parte de la masa de los átomos se concentra en su centro, que está cargado positivamente, lo que da lugar a diversas emanaciones radiactivas en las reacciones químicas. La energía de las sustancias radiactivas provenía de la descomposición del núcleo atómico y reflejaba toda la energía involucrada en la reacción del núcleo y los electrones circundantes.

3.1. Modelo de Dalton

Desde las épocas de la antigua Grecia, filósofos como Demócrito, Leucipo y Epicuro propusieron una teoría que daba respuestas a la naturaleza de la materia. El mundo, según ellos, estaba formado por partículas muy pequeñas llamadas "átomos", que a su vez significaban "indivisibles" y a partir de allí se disputaban la idea de que estas podían ser de diferentes tipos dependiendo del material al que perteneciesen. A comienzo del siglo XIX, el químico inglés John Dalton, al desarrollar una teoría atómica basada en este concepto de los griegos, colocó de nuevo sobre la mesa la posibilidad de que la materia estaba formada por átomos. Siguiendo un camino basado en la conexión que podrían tener con la química y el trabajo realizado sobre la conservación de la materia en las reacciones químicas; al descubrir la composición de algunas sustancias conocidas entonces, como el agua o el azufre, y también al aclarar muchas de las propiedades del hidrógeno.

Suprimir estos puntos antes de dar la teoría de Dalton puede resultar de ayuda para entender dicha teoría. Así, dicho modelo teórico sobre la naturaleza de la materia lleva consigo cinco postulados. Sus postulados son: "la materia está formada por partículas muy pequeñas llamadas átomos", "los átomos son indivisibles y no pueden ser creados o destruidos", "todas las moléculas de la materia son iguales en toda sus propiedades como el peso, tamaño o forma", "los átomos de un elemento son todos idénticos y diferentes entre los distintos elementos" y, finalmente, "los compuestos son el resultado de la unión de dos o más átomos de manera diferente; manteniendo estas propiedades en las moléculas resultantes". Dalton discutió que los átomos pesaban diferentes y en función de ello formaban compuestos diferentes por la unión de estos átomos.

3.2. Modelo de Thomson

A través del experimento de Rayos Catódicos se descubrió el electrón, y a partir de éste, el modelo atómico propuesto por el físico británico J.J. Thomson planteó un nuevo modelo: A partir de las evidencias encontradas acerca de la existencia de cargas eléctricas negativas, llegó a la conclusión de que el átomo presenta un cierto número de electrones incorporados en una esfera de carga positiva de tal forma que la carga total del sistema es neutro. Por tanto, el modelo de Thomson se basó en la existencia de la zona densa, ubicada en el centro del átomo, que contenía la mayor parte de la masa positiva, a la que denominó "pasta de ciruela" puesto que se parecía a una ciruela impregnada de pasas.

El nuevo modelo fue realmente acertado para la localización del electrón, puesto que mostró que había una parte central en torno a la cual giraban los electrones, pero fue también refutado por el experimento que analizó el efecto de la radiación alfa incidentes sobre una lamina de oro. Thomson enunció que si en su modelo los electrones no eran distribuidos equitativamente y desigualmente en todo el volumen del agente, cualquiera de esos electrones fuera localizado presionadamente cerca del centro debería haber golpeado la lamina de tal forma que sería desviada como consecuencia a que era atraída por la fuerza central; lo que ocurrió en la práctica fue que solamente algunos electrones fueron rechazados amainando e impidiendo que el efecto fuera registrado.

3.3. Modelo de Rutherford

A finales del siglo XIX y principios del XX, el estudio de las radiaciones permitió descubrir dos nuevas partículas subatómicas en el átomo: el electrón (partícula con carga negativa) y el protón (partícula con carga positiva y mayor masa que la del electrón). En 1911, un físico realizó un experimento en el que bombardeó una delgada lámina de oro con partículas alpha, provenientes de un material radiactivo. Tales partículas, que corresponden a un tipo de radiación, tienen carga y masa considerablemente elevadas, por lo que, por electrodinámica clásica, deberían ser detenidas antes de tener contacto con la materia.

La llegada de unas pocas partículas alpha a la pantalla situada atrás de la lámina de oro, fue el resultado de una serie de eventos invisibles: en el interior de la lámina de oro, las partículas alpha que se movían en línea recta hacia la pantalla chocaban (a mayor o menor velocidad), unas con unas y otras con otras, hasta que unas pocas de ellas se desvían de su trayectoria y optan por un nuevo camino tras de una colisión con un átomo del oro, que en virtud de los principios de conservación, determinan que la energía contenida en la partícula alpha transferida al nuevo átomo de oro hace que este muestre a mayor velocidad en la trayectoria correspondiente.

El resultado del experimento fue que aproximadamente el 97% de las partículas alpha lograban atravesar la lámina sin desviarse, el 2% se desvían de la trayectoria horizontal a través de 1°, 2° o 3° y el 0'005% se desviaban de la trayectoria horizontal totalmente. Estas últimas fueron las que causaron una mayor sorpresa. Como las partículas alpha tienen una masa mayor que la del electrón y están cargadas positivamente, se hallaba convencido que su trayectoria sería alterada tras colisionar con un electrón.

3.4. Modelo Cuántico

El siglo XIX marcó el comienzo de un nuevo periodo para la física académica, periodo que se conocerá como la física moderna formado por la teoría cinética de los gases, la teoría de la relatividad y la mecánica cuántica.

A partir del desarrollo del modelo planetario de Rutherford donde, de acuerdo a los experimentos mostrados en la sección anterior, el átomo estaba formado por una porción central compacta positiva constitutiva de protones y neutrones y de una "nube" de electrones girando a su alrededor, se formaron nuevas corrientes teóricas que buscaban explicar el comportamiento de los electrones en un sistema de átomos como el hidrógeno.

Basado en el modelo atómico de Rutherford, en 1911 el físico danés Niels Bohr propuso el primer modelo atómico completo y cuantificado por lo que él llama el "establecimiento de una correcta mecánica atómica". Para el desarrollo de su modelo, Bohr realizó dos suposiciones ajenas a las leyes de Newton que rigen el movimiento de los cuerpos capaces de causar la justa aceleración sobre los electrones, tales fueron que: 1) los electrones sólo pueden ocupar ciertas órbitas estables alrededor del núcleo, denominadas órbitas permitidas; y 2) En estas órbitas permitidas, el giro del electrón no produce emisión de energía; esta última suposición contradice el principio de la electromagnetismo ya que, para la baja energía posible de los electrones de la nube atómica, deberían irradiar constantemente energía como una radio al vacío.

Aún antes de Rutherford, James Clerk Maxwell había observado que un electrón en aceleración radiante, perdía energía cinética ocasionando una espiral de acercamiento al núcleo al espacio vacío resultante. Al ir perdiendo energía, el electrón se acercaba cada vez más al núcleo por lo que una vez despojado totalmente de su energía sometería al núcleo a colisiones al no girar en una órbita permitida más.

4. Propiedades de los Átomos

Los átomos se diferencian entre sí por su número atómico que es el número de protones que hay en el núcleo de un átomo. A los átomos que tienen el mismo número atómico, pero diferentes masas atómicas se les llama isótopos. La masa atómica es, por lo tanto, la masa promedio de un átomo, que se considera en unidades de masa atómica; glosando un poco sobre esto último, se considera al 1/12 de un átomo de carbono-12. La masa promedio de los isótopos que aparecen naturalmente de un elemento puede diferir considerablemente de la masa porque no todos los isótopos presentes en material natural se encuentran en la misma cantidad. Por ejemplo, el hidrógeno natural contiene tres isótopos, el hidrógeno protio,

La medición de la masa promedio se puede obtener mediante la espectrometría de masas. A través de esta técnica, los átomos se ionizan y luego se separan en función de su relación de masa/carga. Cuando un ion de átomos de isótopos similares es hecho a ser impactado con electrones, esto provoca la eliminación de uno de sus electrones y la producción de un ion positivo. Cuando los iones cargados positivamente son forzados a atravesar un campo magnético, las distintas relación masas/cargas causan la separación de sus iones, que pueden ser ideados para una mejor separación y cuantificación.

La masa atómica es muy importante, porque una manera de considerar la fuerza de enlace entre dos átomos es la tensión que experimentan sus electrones al ser separados. Esta tensión tiene que ser contrarrestada por una energía potencial llamada energía de enlace o fuerza de enlace -que es proporcional a la masa de los átomos-, que es la fuerza de atracción que prevalece entre sus electrones. Un ion atómico de un elemento también tiene su correspondiente energía de enlace. Su energía se suele medir como eV. Notamos que el individuo de un elemento siempre se encuentra junto a su masa y esta última involucra la frecuencia de sus electrones como proporcional a su energía de enlace. Esa es la razón fundamental por la que la masa de los isótopos de un elemento puede verse diferente ante un estudio que involucra el color, es decir, la transferencia de energía relacionado con el color que está en el campo electromagnético.

4.1. Masa Atómica

La masa atómica se refiere a la cantidad de materia en un núcleo atómico, ya que dentro de este se localizan la mayoría de los protones y neutrones (nucleones). Por esta razón, cuando se establece un sistema de unidades, como el sistema internacional, esta cantidad toma como unidad de referencia a 1/12 de un átomo de

Carbono-12, a esta última cantidad se le denomina unidad de masa atómica, y así se define la masa atómica, como n*uma, en donde "n" es la cantidad de unidades.

Como este valor está expresado en unidades comparativas, por lo general se hace uso de la notación relativa, lo cual implica que el número que recibe una especie atómica, se denomina su masa atómica relativa y corresponde a la masa atómica del elemento en cuestión expresada de esta forma relativa. Si un valor atómico se delimita entre dos índices debe interpretarse que un isótopo es menos masivo que otro.

Dado que los átomos suelen ser muy grandes, es costumbre expresar su masa en gramas por mol. A la cantidad de átomos en un mol con la Notación de Avogadro, es decir, se puede hacer la siguiente aproximación para conocer la cantidad de materia de un mol: aglomerando varias unidades de masa de forma molar, se presenta que kg = kg/mol. Esta cantidad se mide conectando la.

4.2. Número Atómico

Para definir completamente y caracterizar a un átomo, es necesario proporcionar al menos dos números: la carga del núcleo (número de protones, Z) y el número de masa (A) de los isótopos correspondientes. En general, A se puede indicar mediante la letra convencional A y como un subíndice "bajo" como se indica en la siguiente figura.

Existen diferentes maneras de indicar la composición del núcleo. Una forma convencional es escribir la letra correspondiente al elemento, con la carga (Z) indicada como subíndice derecho, seguido del número de masa (A) indicado como superíndice derecho. Por ejemplo, A l (Z = 27 y A = 63), el número (Z = 27) indica el número de protones mientras que el número (A = 63) indica el número de partículas (protones o neutrones) que tiene el núcleo y que son considerados para proporcionar la masa del átomo. Los diferentes núcleos que tienen el mismo número de protones, pero diferente número de neutrones, son considerados como isótopos.

4.3. Isótopos

El concepto de isótopos atómicos se basa en el estudio de los núcleos atómicos que alguno de sus elementos presenta variaciones en el número de neutronios. Es decir, se entienden como isótopos a una familia de átomos de un mismo elemento que presentan diferente número másico, dado que este último está asociado a la cantidad de protones más la cantidad de neutronios de dicho elemento. Por tanto, el número atómico se recuerda que representa a la cantidad de protones de un átomo determinado y también a letra del símbolo químico que corresponde a un elemento

particular; mientras que el número másico es la combinación del número de protones más el número de neutronios.

Por lo tanto, a partir de un mismo elemento podremos encontrar isótopos que se diferencian en diferentes proporciones de neutronios en su constitución, entendiendo estas particularidades como procedimientos diferentes en la naturaleza para obtener la misma cantidad de protones; por cada uno de los protones podría existir una cantidad diferente de neutronios con diferente definición de isótopo al que podrían corresponder. En la parte superior del símbolo el número másico es indicado por un número entero que corresponderá a los neutronios que conforman al elemento atómico y que pueden estar conformados por diversos isótopos para diferentes versiones del mismo átomo al que pertenecen. Al existir varias versiones del mismo elemento, se establece en sistemas científicos que los elementos atómicos constituyen propiedades del mismo para construir otros nuevos.

5. Interacciones entre Átomos

La unión y separación de átomos ocurren constantemente de maneras diferentes, los átomos pueden unirse o separar las fuerzas atractivas y repulsivas entre el núcleo positivo de un átomo y los electrones negativos de otro átomo. Existen tres tipos de interacciones de unión que resultan atractivas. Estas interacciones son esenciales para la vida, y las industrias de alimentos, medicinas y combustibles, dependen de estas interacciones para lograr sus producciones. La unión o separación depende de la energía proporcionada o liberada, cuando la energía del sistema es suficiente para que dos átomos electronegativos se atraigan, el resultado es un enlace químico. A partir de la cantidad de energía que requiere romper un enlace químico, se determina el potencial de ocurrencia de la reacción química correspondiente. En algunas ocasiones, los enlaces químicos se pueden romper al ser sometidos a temperaturas mayores a 350 °C, en otros casos dicha energía se proporciona como una chispa, electricidad, ondas de sonido o radiaciones electromagnéticas como la luz visible o infrarroja.

La unión entre átomos puede implicar la interacción de dos electrones de dos átomos distintos, contribuyendo a la estabilidad de ambos con potenciales positivos y un enlace químico. La atracción y repulsión de fuerzas eléctricas dependerá de la distancia entre sus cargas opuestas y la orientación en que se encuentren, si están muy separados no influirán entre sí, entre más próximos estén la fuerza de repulsión aumentará conforme se acerquen. Con una distancia estable se reduce la energía del sistema y hasta puede haber absorción de energía aplicada para continuar uniendo, en otros casos se aplicará el calor o términos relacionados. La

unión o separación de dos átomos puede ser atribuida a los siguientes tipos de interacciones atómicas. Un enlace covalente es un tipo de interacción de enlace compartido en donde varios electrones.

5.1. Enlaces Químicos

La interacción entre los átomos permite entender el comportamiento de distintos materiales en función de la disposición de sus electrones y el tipo de enlace químico. La más conocida es la unión entre átomos, que aflora una infiltración atómica en cuanto a que los átomos electronegativamente distintos aportan electrones a la unión o cuando tres electrones de valencia total de dos átomos conglomerados es un hecho pleno que revelaría el comportamiento químico a partir de la rápida polarización que sufriría; viceversa, queda cuando un par de electrones enlaza a átomos menos electronegativamente congelados y cercanos y cuando los mismos dos nucleones son notablemente diferentes.

Los enlaces químicos generan el equipaje morfológico de una partícula o sustancia, que interactúa con sus vecinos atómicos y, en función de la distribución y la orientación relativa de esos enlaces resultantes, se desplaza más intensamente en una sustancia agregada que hay en una sustancia simple, a tal y como citamos en el cambio de uno a muchos en la materia sólida. Eso es parte determinante y definitivo de su grado denso, de que se mantenga en sus tres estados y de sus propiedades de esencialidad magnética y termofísica. En definitiva, integra cómo se va estructurado el ser químico, relación entre los átomos adyacentes y en sí mismos, cómo se mueve y cómo se aprovecha, también cómo se coraje y expande.

5.2. Reacciones Químicas

En nuestra vida diaria este fenómeno es común y habitual, sin embargo la Ciencia ha revolucionado el conocimiento de este fenómeno como lo son las reacciones químicas. Una reacción química ocurre cuando uno o más reactivos se combinan por medio de un intercambio de electrones entre sus átomos al formar un nuevo enlace químico, liberando energía al medio y generando nuevos productos (por lo general en diferentes proporciones estequiométricas que la de los reactivos). Como resultado de esta nueva unión, los átomos de los solos reactores generan una nueva sustancia con diferente composición y/o propiedades físicas que la de los reactivos, en algunos casos en forma de sólidos, líquidos y/o gases. Por ejemplo, esta es la razón por la que un huevo combinado con calor cambia de color, sabor y consistencia.

Los principios que determinan este intercambio de electrones son tres: 1) la formación de la reacción irreversibles que favorece la trayectoria o dirección de la reacción 2) permite calcular la energía mínima necesaria para iniciar este fenómeno

y, 3) si la reacción es espontánea o no. Las condiciones necesarias para que ocurra una reacción química son: temperatura, presión y concentración o cantidad de reactivos. En cualquier actividad productiva, la Ingeniería juega un papel importante en el diseño de los procesos productivos. El ingeniero debe conocer y tener en cuenta las interacciones que ocurren al mezclarse las materias primas, para así poder diseñar eficientemente los equipos de producción y la maquinaria adecuada para obtener productos de alta calidad.

6. La Tabla Periódica

La tabla periódica posee un formato muy singular que permite organizar de manera lógica a los elementos químicos. Como se observa en este formato, existen cuatro formas de agrupar a los elementos que ofrecen diferentes descripciones visuales respecto a su organización. Estas agrupaciones que se observan en la tabla periódica son: sus periodos, grupos, categorías y series. A continuación, se ofrece una breve descripción de cada una de estas formas de agrupar los elementos e ilustrarlas con el grupo de elementos seleccionados como caso de estudio.

En la tabla periódica podemos observar 7 filas horizontales (de arriba hacia abajo) que se les conoce como periodos. En la tabla periódica cada periodo está asociado rápidamente con la cantidad de capas electrónicas que posee cada uno de sus elementos. Las tres primeras, las de menor energía, corresponden a electrones de valencia, a las que se les asigna el nivel n=1, n=2, n=3 donde, al ir descendiendo, se van incluyendo también electrones de capas internas que inicialmente eran considerados como valencia, porque en sus primeros modelos atómicos se les asignó el principal nivel n=4. En el último periodo existen también electrones de capas internas que son representadas en la tabla periódica como los elementos averronados, pero no se les indica su principal nivel.

La tabla periódica se encuentra organizada sectorialmente, de modo que por cada sector se agrupan los elementos que presentan una misma configuración electrónica en la capa de mayor energía. A los elementos que comparten esta característica se les asigna el mismo número auricular y se les ubica convenientemente en la matriz de la tabla periódica. Puesto que los diferentes elementos del mismo grupo presentan una variación superficial en sus propiedades, todos los grupos (o familias) son divididos igualmente en subgrupos que corresponden a variaciones mayor o menor entre estas propiedades superficiales.

6.1. Organización de Elementos

La Tabla Periódica es un método de organización de todos los elementos químicos que, a partir de una serie de características comunes, permite su agrupación en

diferentes columnas y filas. Esta disposición viene determinada por la estructuración de los electrones, que es la base del movimiento de los electrones en el sistema periódico.

Los elementos están ordenados en forma ascendente por su masa atómica y sitúan en cada casilla para cada elemento sus datos: símbolo químico, número atómico, número másico, peso atómico, entre otros. La clasificación ha variado a partir de los avances de la teoría atómica y ha llegado hasta nuestros días en la forma vigente más satisfactoria que prima, ordenando los elementos por su número atómico.

Tomando como base el modelo atómico, la tabla actual, números cuánticos, empieza cada fila a partir de la primera columna de las últimas capas de sus electrones de valencia y, cada aparición en la última fila desde las de forma seguir, a todas luces de arriba hacia abajo. Los elementos a su vez se pueden clasificar por grupos o familias, en función del número de electrones que aparecen en las últimas capas de los orbitales subyacentes. Basada en los estudios de los electrones, en cuanto más alejados se dispongan el elemento más volátil se torna.

6.2. Tendencias Periódicas

Los elementos químicos exhiben ciertas tendencias periódicas en sus propiedades que se repiten conforme avanza por sus filas y columnas. Esta naturaleza cíclica corresponde con el número cuántico principal que va aumentando en función de los niveles de energía ocupados cronológicamente por electrones en la estructura atómica del elemento. Así, este número cuántico se relaciona con las propiedades físicas y químicas de los elementos.

Aun cuando existen unas tendencias evidentes que corresponden a los parámetros que reflejan tanto el radio iónico, como la electronegatividad, la energía de ionización, el potencial de electrones y los niveles de agregación, el radio atómico de un elemento es el que mayor ganancia presenta cuando se recorre de izquierda a derecha una fila de la tabla. Esta distancia corresponderá al colapso de las porciones de carga positiva más aceleradas entre los electrones de la misma capa, de acuerdo con la Ley de Coulomb. Este efecto, conocido como "efecto pantalla," activará un desplazamiento del radio atómico hacia valores inferiores.

7. Estructura Atómica en Materiales

El comportamiento de los elementos y compuestos de los materiales depende de la estructura atómica. Para tener una atenta valoración de esta importancia se deben establecer primero los diferentes tipos de configuración que puede presentar la materia. Si se consideran temas de ingeniería el material puede ser metálico, cerámico o polimérico. La presentación de los diferentes tipos se da por orden

jerárquico desde la configuración atómica como base de la pirámide hasta la macroscópica como el vértice de la misma.

De acuerdo al esquema de la pirámide se presenta a continuación el primer tipo de material, el material metálico. En este, existen distintos tipos de átomos constituido por electrones, que se pueden agrupar y configurar de varias formas diferentes, una de estas es la red cúbica centrada en el cuerpo, que se indica como C.B.C., porque los átomos que forman parte de ella están dispuestos con los 8 átomos que están en los ángulos de la figura geométrica hueca. Otros ejemplos son la red cúbica de red centrada en la cara, que se designa C.C.C y a otra diferente bastante más compleja que es la del agua que se denomina problema aniónico.

Las cerámicas son áridos de fractura; frágiles, a base de constituyentes inorgánicos sólidos y que tienen porosidad variable, según se observe la materia. Casi siempre están compuestos por alúmina y óxidos, silicatos, etc. La clasificación de estas depende, bajo criterio sinérgico, de los residuos que contienen. Si observamos su presentación macroscópica tenemos el vidrio que es el que no requiere ser adicionado con parte alguna, el vidrio poroso, cuyo poro alcanzara cualquier valor entre el 1-30 % y el poroso compacto que al igual que el anterior no presentara porosidad visible.

A estas alturas por lo anticipado se hace necesario entrar en una materia bastante, bastante más extensa, pero igual de necesaria a la hora de realizar mezclas de tal manera que muchas veces al final resultan en un producto inservible por interacción mutua de bidireccionalidad; uno rectificado, que muere o que aún adquiriendo propiedades y disminuyendo la velocidad de reacción, varias, las tres juntas y que laceran una parte de material, se puedan percibir partes en contacto con diferentes lotes de capes A; o piezas enteras, fuera de la materia.

7.1. Materiales Metálicos

Los metales son elementos que presentan una unidad estructural que consiste en átomos distribuidos en forma regular, manteniendo entre ellos las uniones metálicas que han de corresponder a dicho orden. De acuerdo con el esquema en el que se hallen esos átomos, los materiales metálicos pueden ser clasificados, en general, en: materiales con estructura cúbica centrada, materiales con estructura cúbica centrada en las caras, materiales con estructura hexagonal compacta. Algunos ejemplos de materiales con estructura cúbica centrada son el Wolframio, Vanadio, Litio, Molibdeno y Niobio. Algunos ejemplos de materiales con estructura cúbica centrada en las caras son el oro, paladio y el hierro a temperaturas elevadas. El cobre, Aluminio y el plomo son también materiales que presentan estructura cúbica centrada en las caras sólo a temperaturas elevadas. Algunos ejemplos de

metales que cristalizan en estructura hexagonal compacta son el Zinc, Cadmio, Magnesium, Titano y el cobyte.

El uso de los metales se remonta a épocas muy antiguas, a la época de los metales donde ya se usaban materiales metálicos en las formaciones de oro, cobre y otros metales nativos. Los metales tienen en general conducta maleable, brillante y sólida. Algunos son altamente electrolíticos. En general, salvo los metales ligeros que son los que presentan menor densidad, son metales con alta densidad. Por ejemplo el oro es el metal más denso. En general los materiales metálicos muestran una alta transmitividad de electricidad, reflejo de la transmisión de electrones eléctricos y otros productos cargados, además de inductores, son material que poseen una elevada plasticidad y se les puede dar una forma particular dependiendo del tratamiento de deformación o por la aplicación de temperaturas y presiones.

7.2. Materiales Cerámicos

Los materiales cerámicos se definen como aquellos que son iones o polímeros moleculares que son duros, frágiles y quebradizos. Un material cerámico puede ser como una mezcla de compuestos cálcicos y mineras crudo, tras lo cual se agrega un polímero para provocar que se obtenga un compuesto duradero y resistente. La mayoría de estos materiales están constituidos por compuestos iónicos o covalente y son generalmente hasta una temperatura de 600°C muy malos eléctricos y térmicos, y hasta 1,300°C, mala conductividad térmica. Como la mayoría de los materiales metálicos, su conductor es de alta capacidad, pero son más livianos y permanecerán en condiciones elevadas de irradiación, de forma estable.

El concepto general de cerámica es adecuado para objetos obtenidos de clastos naturales animales o vegetales quemados a altas temperaturas en cierta intimidad con el aire y, con el fin de eliminar el agua de su combinación química de entrada, lo cual equivale a una mineralización de las enzimas quemadas. De manera específica, la técnica del cerámico es adecuada para informar de los productos finales obtenidos a partir de clastos artificiales fabricados para endurecimiento de productos precerámicos, por ejemplo, la combinación artificial de silicatos deshidratados in situ-via fusión, que suceden a través de gnomones o vehículos de caladeros portadores gaseosos.

El impacto técnico y tecnológico del uso de varios productos de tecnocéramica limpia es evidente y apreciable en las aplicaciones prácticas obtenidas, desde el recubrimiento de soportes para combustible nuclear cuando lleva en operación los reactores actuales en el laboratorio hasta preparativos para proteger superficies del recio y selecto componentes que, paradójicamente, son mejores como novatos de añejos: carburo de silicio beta y otros carburo que son diamante.

7.3. Polímeros

La ingeniería ha desarrollado dispositivos innovadores que hacen uso de distintos materiales dependiendo de las propiedades que presenta cada uno de ellos. Los polímeros no son la excepción, y desde su invención se han presentado como una alternativa óptima por sus características que permiten la manipulación de su estructura y propiedades de diferentes maneras, además de que se pueden aplicar como aislantes térmicos, acústicos y eléctricos; también la posibilidad de utilizar sus propiedades como elastómeros y características mecánicas variables. Aunado con esto, existen polímeros biodegradables que ayudan a la formación de tecnologías más limpias.

Los polímeros son macromoléculas formadas por la repetición de un pequeño número de unidades en un arreglo específico que dependerá de las propiedades que se busquen en el material, formando diseños que van desde estructuras lineales, ramificadas o en reticulados. Según su respuesta ante diferentes temperaturas se les definen como termoplásticos, termofijos y elastómeros, y dependiendo del material y el diseño se utilizarán para un fin específico. Al tener estructuras macromoleculares, poseen diversas propiedades que pueden utilizarse en diferentes aplicaciones, por esta razón, se han integrado dentro del sistema económico como materiales de uso diario e industrial amplio. La cantidad y diversidad de aplicaciones de estos materiales han generado nuevas áreas de investigación y desarrollo tecnológico en procesos de producción, mezclas con materiales metálicos y cerámicos y mezclas entre familias de polímeros o con materiales que cambien sus propiedades al haber compuestos en contacto o bajo diferentes temperaturas, cargas, presiones o cantidades de materiales en mezcla.

8. Aplicaciones de la Estructura Atómica en Ingeniería

La comprensión de la estructura atómica ha sido esencial para la creación de nuevos materiales utilizados para aplicaciones industriales cotidianas. La investigación en ingeniería de materiales ha permitido caracterizar comportamientos mecánicos, térmicos, eléctricos, ópticos, entre otros. Así por ejemplo, se obtiene un nuevo material con la combinación de aleaciones metálicas con propiedades eléctricas y térmicas que supera las de los materiales metálicos. O el uso de polimeros que modificados sobre su estructura atómica presentan características interesantes para aplicaciones biomédicas como la liberación de medicamentos.

La nanotecnología ha tomado una gran relevancia a partir del siglo Veinte debido al desarrollo de distintos tipos de instrumentos para investigar, y es el área de ingeniería que logra estudiar, elaborar y controlar arcillas coloidales cuya composición atómica y molecular es la que determina las propiedades, resultados,

características, ventajas y desventajas de los productos elaborados a partir de determinados compuestos atómicos: energía limpia y sustentable, medicamentos de bajo costo y sin efectos adversos al paciente, materiales termoinoladores, polímeros mezclas y compuestos de mayor efecto y rendimiento en construcción.

En la actualidad la electrónica de consumo deduce, y la electrónica industrial evoluciona gracias a la microelectrónica. Esta última crea dispositivos con circuitos integrados a partir de la manipulación controlada del silicio en unidades de medida de milímetros a micro o incluso a nanoescala. La manipulación a escalas más grandes implica el uso diverso de materiales alternativos que permiten reducir enormemente su tamaño en comparación con los existentes en sus inicios.

8.1. Ingeniería de Materiales

En la actualidad, los ingenieros de materiales poseen una gran importancia, y apoyados en conocimientos de la ciencia de materiales, conocen varios tipos de procesos donde las estructuras pueden ser manipuladas a la escala más pequeña, obteniendo grandes mejoras competitivas. Pueden recurrir a información técnica de muchas partes; por ejemplo, los ingenieros en el campo de estructuras magras de triálogo de carbono, grafeno, o por otros nombres se derrotan al volcán, la geología con una amazonita llamada micra y a una presión eólica muchas decenas de veces superior que el mejor acero del mundo. Mientras que ciertos consumidores están dispuestos a pagar precios irregulares para encontrarse con una bicicleta impresa en 3D a precio de oro, gente más prudente hace lo mismo con capas de impresión. En todos estos campos, valga como otro de muchos ejemplos, emergen directamente aplicaciones que se afincan en distintos estados de la materia.

El desarrollo de materiales requiere de ingenieros que obvian que el litio extraído en los asíentes zonas de saécito -traído de la misma hasta un implemento como un automóvil de turismo deportivo- es nada más que un valioso par de montantes fijos. En este sentido, además tiene que conocer utilizar informe técnico que denomina de cada tipo hasta cinco clases de materiales diferentes. Es decir; pero no de cualquier manera, sólo aquellos que tienen estructuras atómicas, los alofamos, que composicionalmente se estudian a partir de elementos, el desarrollo del concreto polimerocula, sin nuevos transportes.

8.2. Nanotecnología

La nanotecnología, que surgió ya en la década de 1970, ha cautivado el interés público y científico, y ha ganado suficiente credibilidad como para que instituciones e industrias inviertan miles de millones de dólares anuales en todo el mundo. La investigación avanza rápidamente y tiene el potencial de revolucionar la fabricación,

las comunicaciones y el procesamiento tradicionales, además de permitir niveles sin precedentes de precisión, eficiencia e individualización en un amplio espectro de aplicaciones. La nanotecnología se refiere a los esfuerzos para fabricar, caracterizar o manipular materiales o dispositivos con dimensiones y propiedades específicas a escala nanométrica, definidas aproximadamente entre 1 nm y 100 nm. En dimensiones tan pequeñas, las propiedades físicas macroscópicas de los materiales pueden cambiar radicalmente.

La nanotecnología aprovecha las propiedades inusuales de ciertas nanoestructuras y nanomateriales para crear nuevos productos. Los materiales convencionales, compuestos de partículas de mayor escala, tradicionalmente generan propiedades de volumen que reflejan propiedades de "masa". Los nanomateriales pueden exhibir propiedades notablemente diferentes a las de sus contrapartes de volumen de diversas maneras. Las nanopartículas tienden a exhibir propiedades físicas muy superiores a las de sus equivalentes a mayor escala, comportándose de forma muy distinta, como los puntos cuánticos o los nanocristales, por ejemplo. Al agrupar selectivamente las nanopartículas en nanoestructuras útiles, los ingenieros pueden aprovechar y potenciar las propiedades esenciales para lograr los efectos deseados en aplicaciones prácticas y multifuncionales. Las nanopartículas, incluyendo diversas nanoestructuras como nanocables, nanotubos y fullerinas, se sintetizan fácilmente mediante procesos como depósitos, electroquímica, procesamiento en fase líquida y gaseosa, sol-gel y otras reacciones químicas, entre otros.

8.3. Electrónica

La electrónica es una de las aplicaciones que está más relacionada con el modelo atómico y la estructura de la materia. Esto se debe a que, con el desarrollo de los teóricos de la mecánica cuántica y la comprensión de la naturaleza del electrón, así como las propiedades eléctricas y de los materiales, se pudieron inventar una gran cantidad de dispositivos capaces de usarse en dispositivos electrónicos.

El efecto termoiónico fue observado por físicos cuyos experimentos indicaban que los cátodos de eléctrodos calentados pueden emitir más que sólo electrones de las superficies de estos conductores eléctricos, con un dispositivo que permitía que una corriente eléctrica controlara otra corriente. Este efecto fue estudiado sistemáticamente por un científico cuyo diseño patentado de un cátodo húmedo hizo uso de una traza de humedad en la superficie del cátodo. Sin embargo, con el desarrollo de materiales conductores especializados y la comprensión de la mecánica cuántica y el comportamiento de los electrones, los dispositivos electrónicos comenzaron a entrar en uso y en serie de 1945 a 1970 se crearon transistores y circuitos integrados que cambiaron para siempre la forma de hacer electrónica.

8.4. Biomateriales

En el vasto contexto de aplicación de la Estructura Atómica en la ingeniería, se considera el uso de Biomateriales. La continua actualización en técnicas de diagnóstico y terapéuticas, tanto quirúrgicas como no quirúrgicas, ha generado un incremento en la demanda de implantación de biomateriales, implantes, injertos y de compuestos y sistemas poliméricos, metales, cerámicos y compuestos, que apoyen las diversas aplicaciones de la medicina. Por tal razón, el desarrollo de nuevos biomateriales para el área de la medicina se ha convertido en un desafío importante a los nuevos ingenieros que están terminando su formación profesional y, por lo tanto, es importante que este nuevo ingeniero tenga el conocimiento y actitud básica para desempeñar el trabajo dentro del laboratorio.

Por esta razón, es de mucha relevancia que los biomateriales presenten interacciones deseadas con los tejidos circundantes, como una integración adecuada, una adecuada bioacción, bioestabilidad, relacionando las propiedades mecánicas, fenómenos de degradación y de bioactividad del biomaterial con los requerimientos físicos de la estructura con el entorno biológico. La dependencia e interacción de las propiedades atómicas y moleculares de los biomateriales, constituyen el único camino investigativo para generar innovadores biomateriales, que tengan propiedades y soluciones específicas para el área biomédica como prótesis, sistemas de liberación o implantes sostenibles, cuya proyección y análisis de riesgo debe estar previsto y en talla.

9. Desafíos en la Comprensión de la Estructura Atómica

Alrededor de los finales de la década de 1920, el modelo atómico de Bohr fue desafiado tanto teóricamente como experimentalmente. Los estudios de elementos de números atómicos tan bajos como el hidrógeno, el helio y el litio revelaron que ni los estados ni las energías que la teoría cuántica predijo sesión de las órbitas de Bohr, ni los armónicos más simples de sus frecuencias exhibían signos de proporcionalidad con la variable de la "velocidad de incorporación", etc. ni resultaron capaces de describir, por ejemplo, al núcleo -a escala, por otro lado, ni siquiera microscópica, bajo ninguna aplicación de la entonces, la "escala de absorción y difracción" de los rayos x resultó ser completamente distinta de la conocida como "escala de refracción óptica".

Aumentando aún más la confusión, a inicios de la siguiente década se descubrió que aplicar por sí sola nuestra teoría sobre la línea, la longitud y la prolijidad de nuestros acoples al estudio de objetos tridimensionales. Negándose a ciertos átomos, exhibió disposición preferencial, desde un plano ortogonal al eje del paso de rayos catódicos en cierta manera análoga a la deseada por longitudinales en casos

de longitud longitudinal, en la misma intensidad, angulosidad y alabaster excesiva. Con la llegada, a del espacio e imposibilidad de percibir discontinuidades en un paso continuado de nuestra línea, y nunca olvidando tener presentes con prolongaciones, de dichas extensiones magistrales de independencia entre unos elementos ofrecieron, sin embargo disposición equivalente con respecto a los aplanamientos locales previstos; e incluso relativo, por doble ejecución según crítica...

9.1. Investigaciones Actuales

La ciencia estudia la estructura atómica desde hace varios años, pero actualmente se han realizado investigaciones que involucran la posibilidad de desarrollar una nueva clase de tecnología de procesamiento de información con métodos supramoleculares que verán transiciones excitadas en la relación oreo/ayo dando lugar a nuevos dispositivos que nos permitirán realizar operaciones de suma, multiplicación y otra serie de operaciones lógicas. Esta fábrica supramolecular de diferentes isómeros moleculares compuestos de C, H, Fe, Pb, Te, Cu, Mo,… podría abrir las puertas a desarrollos de procesamiento de información totalmente distintos a los actuales que se realizan que en la actualidad tienen como base los transistores.

Otras industrias emergentes como la fotónica, la electrónica orgánica y flexible, el sensoramiento químico, forense y biológico, así como la aplicación a convertidores termoeléctricos versátiles, todo esto basado en el uso de metálicos a base de carbono, vendidos a un precio de broma; puede llevar a otras investigaciones actuales en todos estos campos. Este trabajo se da en la UPV y es de la aplicación de un nuevo sensor fabricado a base de materiales también de carbono y capaz transparente que puede ser fácil de manipular y convertirlo en plataforma fotocrónica, y que puede ser usado directamente para depositar o fabricar otras capas en su superficie.

9.2. Futuras Direcciones

El estudio de la estructura atómica ha enfrentado desafíos en su comprensión desde que se formularon los primeros modelos atómicos, un proceso que continúa en la actualidad. Esto ha dado lugar al desarrollo de tecnologías excepcionales que analizan estructuras moleculares. Sin embargo, tanto el estudio de sus interacciones como la comprobación experimental de las teorías propuestas es complicado, y una razón de ello son las limitaciones de detección y procesamiento de datos. Además, en el caso de los modelos informáticos que recurren a simulaciones, por su complejidad, a menudo hacen necesarias ciertas derivadas que son aproximadas y potencialmente inexactas.

En consecuencia, uno de los retos a futuro está en el desarrollo de nuevas tecnologías que superen las actuales limitaciones experimentalmente. Probablemente, esta sea la razón por la que la computación cuántica ha cobrado importancia e interés actualmente, puesto que se estima que permitirá abordar cálculos que para la computación clásica son prácticamente imposibles al requerir tan largos periodos de tiempo. Es claro para todos que esta capacidad permitirá agotar resoluciones en topologías más elaboradas y con leyes inter-relacionales de gran complejidad que las presentes tecnologías actuales permiten. Propongo que es necesario incluir un capítulo específico sobre computación cuántica cuando se analicen las relaciones entre interacciones moleculares.

10. Conclusión

El estudio de la estructura atómica es un pilar fundamental para el quehacer de la ingeniería en general, y para sus diferentes ramas, en particular; planteando así la necesidad de conocer las diferentes clases de materiales existentes para un adecuado proceso de diseño y producción. Asimismo, para una correcta aplicación de materiales en la producción, es fundamental conocer diferentes propiedades, así como su costura y procesabilidad, relacionado a la estructura atómica; lo que evidentemente permitirá mejorar el proceso de manera en quantum a los ingredientes de diseño y producción empleados. Por otro lado, el conocimiento detallado sobre la estructura de los materiales permitirá a los futuros profesionales adelantarse a posibles errores relacionados al uso de materiales o insumos; como por ejemplo el tamaño de grano o la naturaleza de las fallas, las que pueden ser estructurales, funcionales, espaciales, económicas, entre otras. Por otro lado, si se logran evitar o minimizar los errores referidos, será posible controlar, mejorar y/o ajustar una variable, lo que evidentemente lo llevará a un éxito total en su proceso de diseño. En conclusión, basamos nuestra información sobre la importancia de la estructura atómica en la ingeniería, en la claridad de la función referida a la función principal del ingeniero, la producción, el diseño de máquinas, sin importar el área o rama en que se vea desarrollado.

References:

Devece, E. (2019). Propuesta de un curso básico de Introducción a la Física Cuántica en colegios de enseñanza media.

Priscila Abascal Pachito, L. (2019). Structural analysis of a spent nuclear fuel rod in an accidental fall scenario.

Manuel Núñez Portillo, J. (2018). Dynamic analysis of the ITER Fast-Ion Loss Detector.

Domènech-Casal, J. (2018). Retorno a Karlsruhe: una experiencia de investigación con la Tabla Periódica para aprender la estructura y propiedades de los elementos químicos.

Xavier Argueta Ortíz, G. (2009). Caracterización dinámica mediante la implementación de redes distribuidas de sensores.

Rubén Sánchez, H. (2017). Una exploración a las relaciones cuantitativas entre datos espectrométricos y actividad a través de descriptores mecano-cuánticos.

Miguel Juliá Lerma, J. (2017). Estudios elastoplásticos mediante FEM de probetas de fatiga biaxial a bajo número de ciclos.

Sarmiento Mercado, R. (1999). Espectroscopía óptica del xenón múltiplemente ionizado por descargas pulsadas: análisis espectral en XeVI y XeVIII.